

PROJET D'ACOUSTIQUE

AMPHITHÉÂTRE DU HAUT

SALLE F217

DERRIEN-DROUOT-FABRE

## Mesures

Notre étude porte sur l'amphithéâtre du haut de l'ENTPE. Il sert comme salle de cours et de conférences. En partie basse de la salle, nous retrouvons notamment un pupitre équipé de microphones et d'un dispositif de commandes ainsi qu'un tableau. Le reste de la salle est occupé par du mobilier fixe à l'instar de tables ou de strapontins.

Pour procéder à l'étude acoustique de la salle, diverses mesures ont été réalisées. D'une part, les dimensions de la salle ont été prises à l'aide d'un télémètre. D'autre part, nous avons utilisé un haut-parleur omnidirectionnel [HP-E] et un sonomètre par bande d'octave placé à trois positions de réceptions [HP-R1, R2 et R3]. Cela nous a permis d'obtenir des mesures de temps de réverbération. Nous avons ensuite mesuré l'isolement [I] entre la porte de l'amphithéâtre et l'escalier vers la bibliothèque. Enfin, des mesures de bruit de fond ont été réalisées dû à la présence d'une plaque de ventilation [P-E] mais également à celle de deux vidéoprojecteurs [VP-E1 et E2]. Afin d'effectuer les mesures du niveau sonore de bruit de fond, le sonomètre a été placé respectivement en [P-R] et [VP-R1]. La figure 1 montre l'emplacement des différentes sources de bruit ainsi que les positions de réception du sonomètre afin de réaliser les mesures :

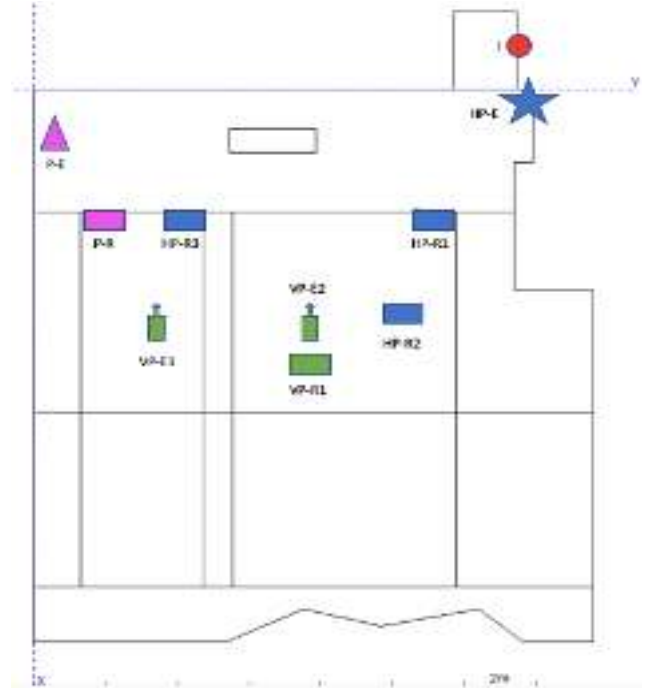


Figure 1 : Plan de la salle avec position des postes d'émissions et réceptions

## Résultats

### Temps de réverbération :

Pour le sonomètre placé aux trois positions de réceptions [HP-R1, R2 et R3], les valeurs de temps de réverbération obtenues ont été regroupées dans la figure 2 ci-dessous en effectuant la moyenne des mesures du T20 et du T30. Les valeurs à la fréquence 125 Hz n'ont pas été retenues en raison des écarts trop importants entre les mesures du T20 et du T30.

f (Hz)	Temps de réverbération (s)			
	HP-R1	HP-R2	HP-R3	Moyenne
125	-	-	-	-
250	0.61	0.60	0.51	0.57
500	0.45	0.38	0.43	0.42
1000	0.41	0.43	0.35	0.39
2000	0.35	0.40	0.34	0.36
4000	0.38	0.42	0.36	0.38
8000	0.36	0.36	0.36	0.36
	Tr (s)			0.39

Figure 2 : Tableau des temps de réverbération mesurés en fonction de la fréquence et des zones de réception

### Isolement entre locaux :

L'amphithéâtre est situé au deuxième étage de l'ENTPE. Il est composé de deux entrées/sorties dont une ayant en commun l'escalier avec la bibliothèque. Des bruits venant de cette cage d'escalier peuvent gêner les occupants de l'amphithéâtre. Nous avons choisi de le faire seulement pour la porte du bas de l'amphithéâtre car

celle du haut est équivalente. De plus, c'est un escalier simple avec peu de passage et relie uniquement la bissectrice à l'amphithéâtre. Les mesures d'isolement de la porte du bas de l'amphithéâtre sont présentées dans la figure 3 ci-dessous :

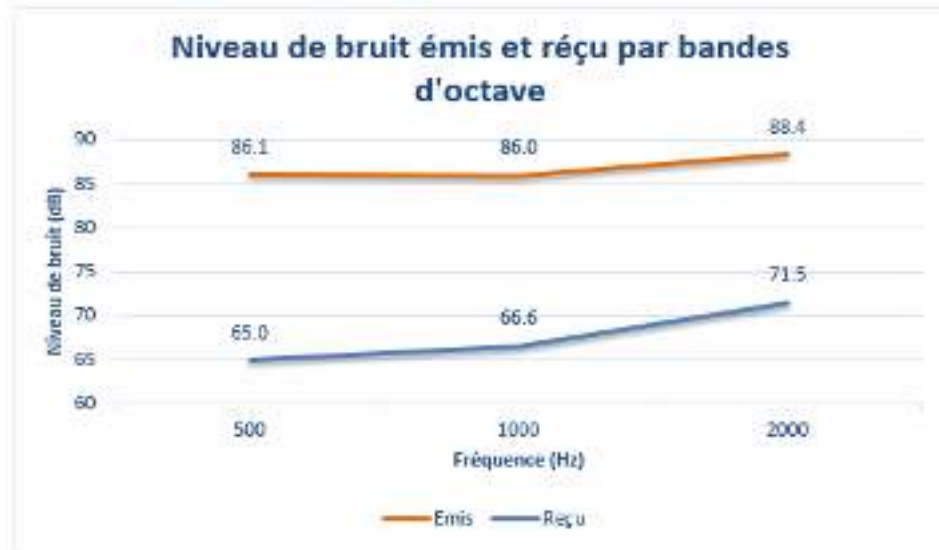


Figure 3 : Graphe des mesures d'isolement à travers la porte

## Diagnostic

Après avoir fait les mesures, il est nécessaire de les comparer avec les exigences réglementaires définies par l'arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement.

**Temps de réverbération :** Nous avons obtenu un temps de réverbération de 0.39s. L'amphithéâtre est utilisé comme une salle d'enseignement et de conférence. De plus, son volume de 1133 m<sup>3</sup> est supérieur à 250 m<sup>3</sup>: la préconisation de  $0.6s \leq T_r \leq 1.2s$  indiquée par la réglementation **n'est pas respectée**.

**Isolement entre locaux :** Pour ce qui est de l'isolement entre locaux, la réglementation indique qu'il faut que l'isolement standardisé  $D_{ntA}$  soit supérieur à 30 dB entre un local d'enseignement et une circulation horizontale. Le calcul pour la porte du bas donne :

$$D_{ntA} = Le - Lr + 10 \log\left(\frac{T_r}{0.5}\right) = 18 \text{ dB} < 30 \text{ dB} \text{ où } Le = 86,8 \text{ dB et } Lr = 67,7 \text{ dB}$$

L'isolation entre l'amphithéâtre et la cage d'escalier du bas n'est donc **pas conforme à la réglementation**.

### Carte de bruit :

Dans l'amphithéâtre, des bruits de fond liés aux vidéoprojecteurs allumés ou à la plaque de ventilation sont présents. La carte de bruit en figure 4 ci-dessous les répertorie :

Les vidéoprojecteurs sont au centre de l'amphithéâtre et juste au-dessus des sièges des élèves-spectateurs. De plus, la bouche d'aération est située proche du pupitre. Au vu des valeurs de niveau de bruit relevées, le bruit de fond est non négligeable et doit être pris en compte pour une bonne intelligibilité de la parole.

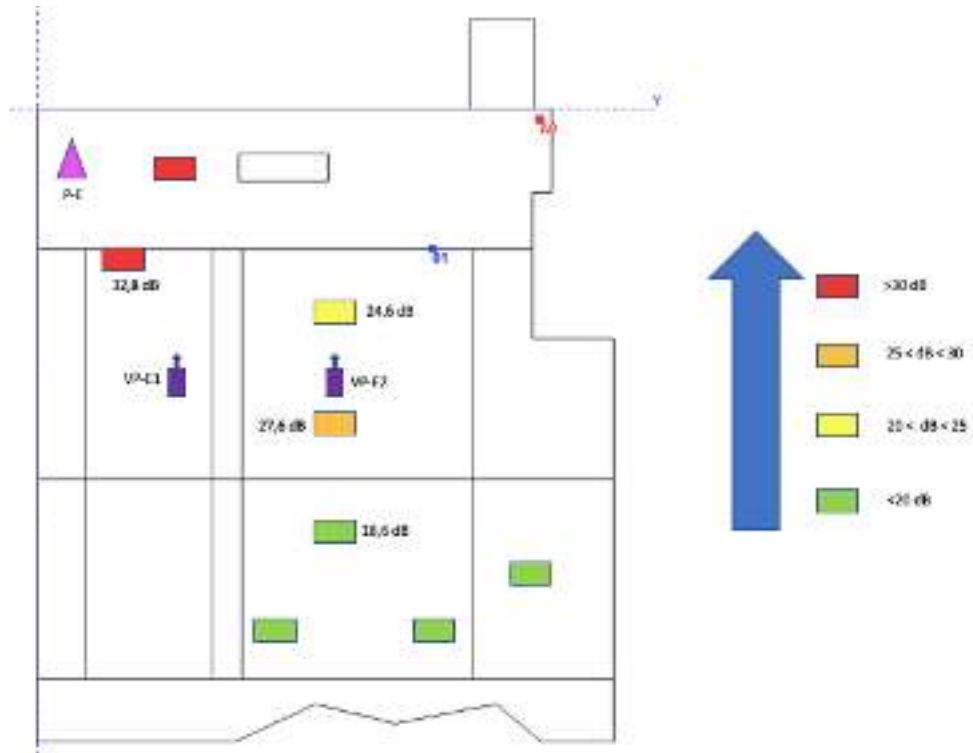


Figure 4 : Carte de bruit

## Modèle et validation

Après la réalisation des mesures, une modélisation informatique sur le logiciel CATT acoustique doit nous permettre de faire des simulations afin d'améliorer l'acoustique de la salle pour remédier aux problèmes identifiés dans le diagnostic. Dans un premier temps, nous avons modélisé la salle à l'aide des mesures effectuées au télémètre. Nous avons ensuite modifié les différentes parois pour faire correspondre le modèle au mieux avec la réalité. Après avoir fait varier les coefficients d'absorption des matériaux constituant les parois, nous sommes parvenus à obtenir un temps de réverbération de 0.39s, comme la valeur obtenue expérimentalement, et qui valide donc notre modèle. Les figures 5 et 6 montrent respectivement la salle modélisée sur le logiciel et la courbe du temps de réverbération obtenue après avoir lancé la simulation sur le modèle validé :

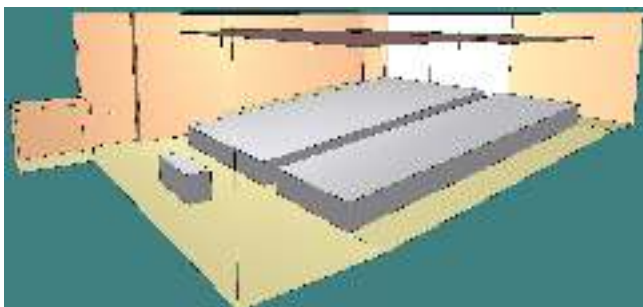


Figure 5 : Modèle de l'amphithéâtre

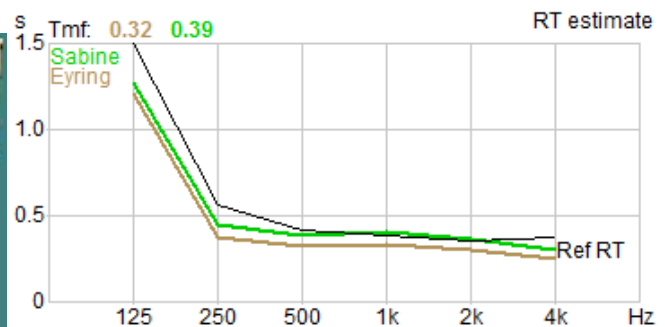


Figure 6 : Graphe du temps de réverbération simulé

L'intelligibilité de la parole a été testée par la mesure du Speech Transmission Index (STI) dans plusieurs configurations :

- un enseignant s'exprimant au pupitre ;
- un élève parlant avec un camarade au centre de la zone assise de gauche.

Les simulations donnent les cartes respectives à chaque configuration sur les figures 7 et 8 ci-dessous :

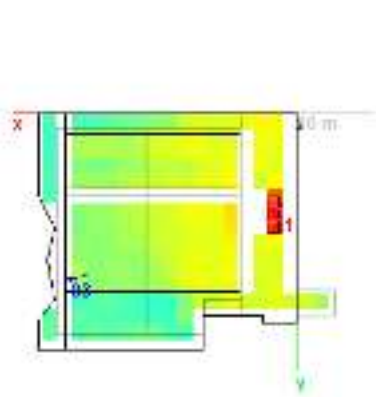


Figure 7 : Carte du STI (configuration 1)

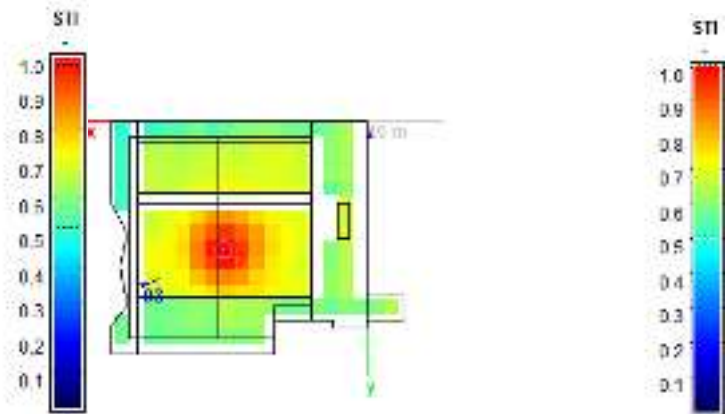


Figure 8 : Carte du STI (configuration 2)

On constate dans la première configuration que l'intelligibilité est plutôt homogène avec une moyenne meilleure pour les personnes assises dans la moitié la plus proche du pupitre. Dans la seconde configuration, l'intelligibilité est très bonne pour les personnes se situant autour de l'élève prenant la parole mais qu'elle est ensuite homogène dans les autres zones. Globalement, les valeurs obtenues à travers la modélisation sont satisfaisantes et il n'est pas nécessaire de traiter la salle pour une meilleure intelligibilité.

## Solutions

Dans le but d'améliorer l'acoustique de la salle, plusieurs solutions sont possibles. Les choix se sont portés sur le temps de réverbération et l'isolement entre locaux qui n'étaient pas conformes. Pour respecter la réglementation, il faut augmenter le temps de réverbération et augmenter l'isolement des portes.

Temps de réverbération : Afin d'augmenter le temps de réverbération, il faut supprimer un ou les deux faux-plafonds trop absorbants afin d'éviter la dissipation acoustique au-dessus de celui-ci. Le temps de réverbération ne respecte la valeur réglementaire qu'en supprimant les deux faux-plafonds. Le temps de réverbération est alors de 0.72s. La courbe est présentée dans la figure 9 ci-dessous :

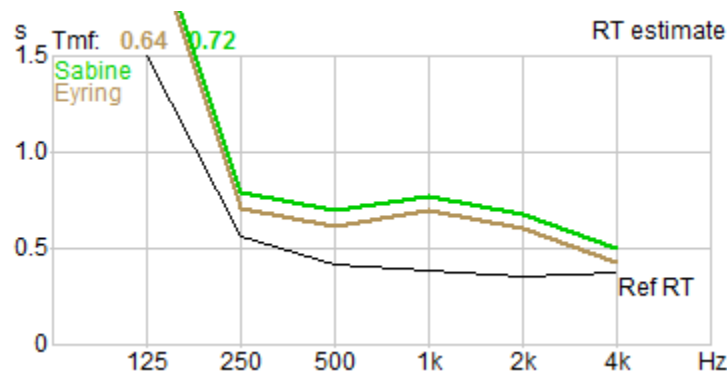


Figure 9 : Graphe du temps de réverbération simulé après modification

L'intelligibilité est alors diminuée dans certaines zones mais elle s'homogénéise encore davantage et les valeurs moyennes restent proches de celles calculée précédemment dans les deux configurations.